使用金氧半導體基板正偏壓設計的射頻高輸出功率放大器

研究生 ： 張秦豪　　指導教授 ： 吳重雨 教授

國立交通大學

電子工程學系　電子研究所碩士班

摘要

本篇論文主旨在設計一個可供長距離傳輸的高輸出功率的射頻放大器，其規格設定在 FCC 15.247 . 此設計是強調用基板正偏壓來減少所須金氣半導體的 size ，使 output stage 的輸入端的閘極的寄生電容下降，進而使 driving stage 能傳遞更大的輸出信號進入 output stage. 另外為了兼顧線性度與效率，此電路設計第一級操作在 class-A, 第二級操作在 class-AB. 而加上 differential+cascode 架構來增加輸出功率及避免閘極-汲極 breakdown 問題, 另外以穩定加強電路來加強高低頻的穩定，使電路能達到操作時無條件穩定。

此設計的晶片是使用標準點 25 微米 1P5M 互補式金氧半導體製程。此晶片在量測過程中完全沒有振盪現象發生。實際量測此晶片在操作溫度 26.2°C、1.9GHz 的頻率時，輸入信號功率為 0dBm 情況下，能提供 25.3 dBm 的輸出功率，同時有 17.51% 的效率,而 1dB compression gain (P1dB)是-9dBm, Adjacent channel power ratio(ACPR)在 GSM(1.8GHz) 標準信號輸入下，在 400kHz 的頻寬下的 ACPR 是 -43.07dBc。

THE DESIGN OF HIGH-OUTPUT-POWER RF POWER AMPLIFIER USING MOS DEVICES WITH POSITIVE SUBSTRATE BIAS

Student: Chin-Hao Chang Advisor: Prof. Chung-Yu Wu

Degree Program of Electrical Engineering Computer Science

National Chiao Tung University

ABSTRACT

This thesis is proposed for designing a high-output-power RF CMOS power amplifier using MOS devices with positive substrate bias. This design is targeted on the standard of FCC 15.247. The MOS devise with positive substrate bias was used to reduce the devices size and relative parasitic capacitance. Furthermore, it's helped that the driver stage can deliver large enough signal to output stage and improve the efficiency. To consider the linearity and efficiency, the input stage operates in class-A and output stage operates in class-AB. The differential with cascade topology is used to alleviate the gate-drain breakdown phenomenon. Besides, stability enhanced circuits are used to ensure that the design can operate in unconditional stable.

This chip is fabricated in a standard 0.25μm single-poly-five-metal CMOS process. There are no oscillated phenomenon during experiment. Experimental results showed this chip can provide 25.3 dBm output power with 17.51% PAE at input power equal 0dBm at 26.2˚C. The 1dB compression gain is -9 dBm and the ACPR is -43.07dBc at 400kHz frequency when used GSM(1.8GHz) modulated signal as input.

誌謝

首先感謝我的指導教授吳重雨院長，教授有崇高的專業素養、卻也有謙和態度，教授曾說“人要以從 A 到 A-Plus 為目標”讓我受益良多。感謝教授在碩士論文研究兩年裏給我的指導，讓我的專業知識更進步、研究態度更積極。

在研究設計 PA 期間，實驗室的博士班學長周忠昀、王文傑、虞繼堯、碩士班劉沂娟很熱心幫助我，讓我能順利找出問題及解決方法，進而完成設計，在此對他們表達最大感謝，也感謝實驗室的同學丁彥、謝致遠、陳旻珓、蘇烜毅、陳煒明、李宗霖、鄭建祥、吳瑞仁、蘇芳德、莊凱嵐、陳正瑞…等，在論文研究期間，大家相互勉勵，讓研究生活多了些甜密的回憶。

很感謝我的女友郁君，相隔兩地，做研究這幾年少有時間陪她，她不但沒怨言，且不斷為我加油打氣，她的鼓勵讓我更有動力往前走。

感謝我最愛的家人，父母親如往常般給我百分百支持，他們愛的關懷、支持是我最大的精神支柱。我認為我能作的是多努力來報答他們;在遇到困難時不輕易放棄。在我順利完成學業之時，我要把這份成果獻給父母。

謝謝所有關心我的人 ！

中華民國九十三年六月

國立交通大學

CONTENTS

FIGURE CAPTIONS

TABLE CAPTIONS